

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Plastics – the Facts 2016. An analysis of European plastics production, demand and waste data.
2. Geyer R. et al. // Science Advances. 2017. 3(7).
3. Auta H.S., Emenike C., Fauziah S. // Environ. Int. 2017. 102: 165–176.
4. Boucher J., Friot D. // Primary Microplastics in the Oceans: A Global Evaluation of Sources. Iucn. 2017. 10.
5. Laskar N., Kumar U. // Environ. Technol. Innov. 2019. 14: 100352.
6. Ng E.L., Lwanga E.H., Eldridge S.M., Johnston P., Hu H.W., Geissen V., Chen D. // Sci. Total Environ. 2018. 627: 1377–1388.
7. Schell T., Rico A., Vighi M. // Reviews of Environmental Contamination and Toxicology (Continuation of Residue Reviews). Springer, New York, 2020.
8. Vethaak A.D., Legler J. // Science 2021. 371: 672–674.
9. Lambert S., Sinclair C., Boxall A. // Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. 2014. 227: 1–53.
10. Коріненко Б.В. // Вісник ВПШ. 2022. 6: 6–12.
11. James B.D., Ward C.P., Hahn M.E., Thorpe S.J., Reddy C.M. // ACS Sustainable Chemistry & Engineering. 2024. 12(3): 1185-1194.
12. Allemann M.N., Tessman M., Reindel J. et al. // Sci Rep. 2024. 14: 6036.

ВИКОРИСТАННЯ КУЛЬТУРИ «БОРОДАТИХ» КОРЕНІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД СПОЛУК ХРОМУ

Л.В. Лучко¹, Н.А. Матвєєва²

ННЦ «Інститут біології та медицини» КНУ ім. Т.Г. Шевченка, Київ, Україна

¹студентка, lilu.luchko@gmail.com

Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, Київ, Україна

²зав. лабораторії, joyna@ukr.net

Вступ. Антропогенний вплив спричинив значне накопичення важких металів у ґрунтах та природних водоймах. Забруднення також спостерігається у стічних водах, де найбільшими полютантами є Кадмій, Мідь, Свинець та Хром [1]. Останній елемент зазвичай є три- та гексавалентним у сполуках, проявляє різний ступінь токсичності залежно від валентності. Так, Cr (III) є доволі стабільним та у воді може випадати в осад у вигляді Cr(OH)₃, а гексавалентний Хром входить до двадцятки найтоксичніших забруднювачів [2].

З метою очистки води від токсичних металів використовують різні фізичні та хімічні методи, недоліками яких є високі енергетичні затрати та використання хімікатів, відповідно. Також недоліком може бути утворення великої кількості мулу, як, наприклад, за використання хімічної преципітації. Біологічні методи очистки, такі як біо- та фітореMediaція, є привабливими альтернативами класичним фізичним та хімічним способам завдяки меншим витратам, спрощеному процесу очищення, відсутності потреби застосування дороговартісного обладнання та більшої екологічності.

Ефективне проведення фітоекстракції, що є одним з дешевших методів усунення металів із забруднених середовищ, потребує швидкого росту рослин, їх здатності накопичувати велику кількість важких металів. Фітотрансформація (фітодеградація), як і фітоекстракція є ефективнішою при більшій поверхні контакту коренів із середовищем.

Так, одним із можливих шляхів покращення здатності рослин утилізувати токсичні метали є використання трансформованих коренів, які отримують шляхом кокультивування рослинних експлантів з бактеріями *Agrobacterium rhizogenes*. Трансформація рослини цією

бактерією призводить до формування специфічних коренів з відсутнім геотропізмом, що сприяє більш ефективному процесу поглинання речовин, включно з важкими металами, за рахунок більшої площі контакту з середовищем.

Мета – визначення здатності культури «бородатих» коренів відновлювати сполуки хрому.

Методика. У роботі використовували трансгенні (так звані «бородаті») корені полину *Artemisia tilesii* Ledeb лінії № 1-4 та 1-9. У скляних флаконах із середовищем $\frac{1}{2}$ МС, рН 5.8 об'ємом по 50 мл було посаджено по 5 кінчиків коренів. Ріст коренів відбувався протягом чотирьох тижнів для лінії 1-4 та протягом трьох тижнів для лінії 1-9 при температурі 23°C та 145 коливань/хв на шейкері Gyrotory G-10 (New Brunswick scientific).

Після нарощування біомаси коренів у флакони для кожної лінії було додано розчин хромату калію (K_2CrO_4), його кінцева концентрація в середовищі становила 50 мг/л. Інкубація з хроматом проводилася за аналогічних умов протягом трьох днів. Після завершення культивування з кожного флакона було відібрано зразки середовища.

Для визначення концентрації хрому використовували реакцію з дифенілкарбозидом. До зразків об'ємом 2 мл додавали 0,2 мл 0,1 н фіксанального розчину H_2SO_4 та 0,5 мл 0,5 %-го розчину дифенілкарбозиду (ДФК). Оптичну густину було виміряно на спектофотометрі Флюорат-02-панорама (Люмекс) при довжині хвилі 546 нм. Розрахунки проводили за калібрувальним графіком, отриманим при визначенні оптичної густини реакційних сумішей, які містили розчин хромату калію у різних концентраціях, відповідно до формули $y = 7,355x$, $R^2 = 0,9973$.

Результати досліджень. Було обраховано, що середнє значення концентрації K_2CrO_4 досліджуваних зразків середовища становить $12,3 \pm 2,44$ та $18,4 \pm 1,17$ мг/л для ліній 1-4 та 1-9, відповідно. Враховуючи, що початкова концентрація хромату становила 50 мг/л, вміст Хрому(VI) у середовищі було зменшено на 75,4 % для лінії 1-4 та на 63,2 % для лінії 1-9.

Таким чином, було встановлено, що трансгенні корені рослин полину Тілесіуса, культивовані *in vitro* у рідкому середовищі, здатні зменшувати концентрацію токсичного Хрому(VI) у водному розчині. Вірогідно, це відбувається за рахунок синтезу коренями та екскретування у середовище сполук з відновлювальними властивостями. Отже, при відносно невисоких концентраціях Хрому(VI) у середовищі, застосування культури «бородатих» коренів полину є високоефективним методом відновлення сполук гексавалентного Хрому і, відповідно, зниження вмісту токсичної сполуки у воді.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Huo A., Wang X., Zhao Z., Yang L., Zhong F., Zheng C., Gao N. // Int J. Environ Res Public Health. 2022. 19(22): 14962.
2. Jiang B., Gong, Y., Gao J., Sun T., Liu Y., Oturan, N., Oturan M.A. // J. Hazard Mater. 2019. 365: 205-226.